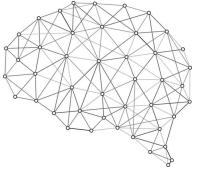


## Aula 13 - Camada de Transporte

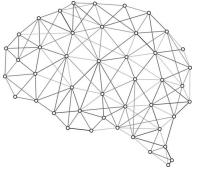
### Módulo de Internet das Coisas

- Prof. Thiago Carvalho

**IA**

# Objetivos da Aula

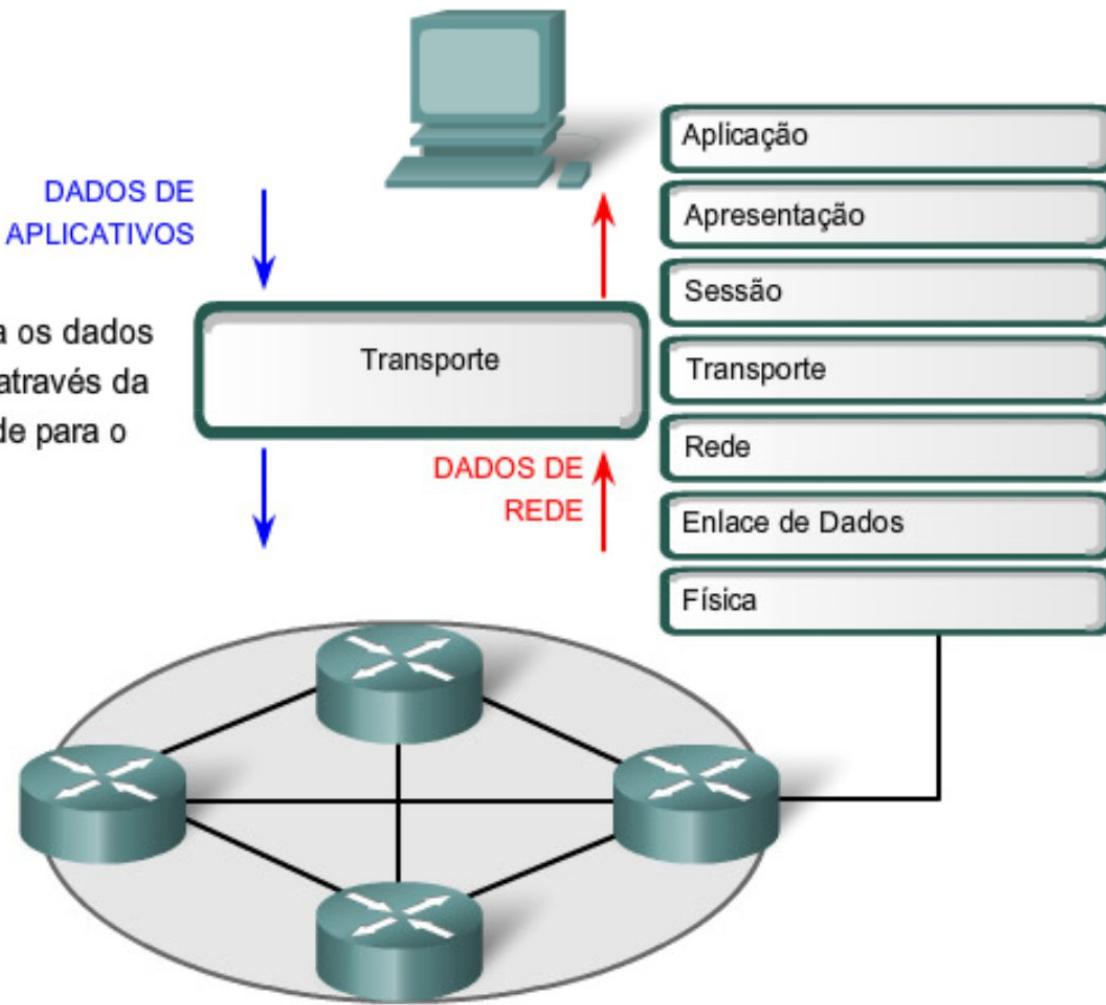
- Apresentar as principais características da camada de transporte
- Conhecer os detalhes da comunicação TCP
- Entender a comunicação do UDP
- Atv 08 - Laboratório: usando o netstat

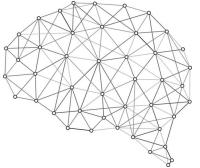


IA

# Camada de Transporte: Principal função [1]

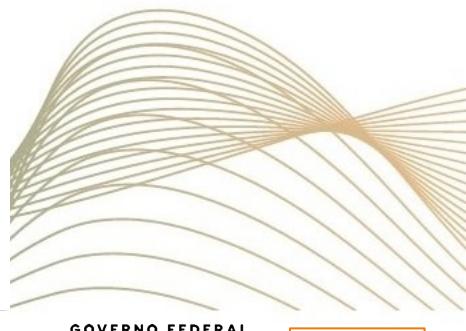
A camada de Transporte prepara os dados de aplicativos para o transporte através da rede e processa os dados da rede para o uso pelos aplicativos.





IA

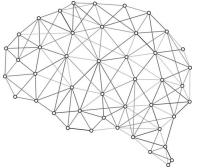
# Segmentação, Multiplexação, Demultiplexação [1]



GOVERNO FEDERAL

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INovação

BRASIL  
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO



IA

# Comunicação entre processos [1]

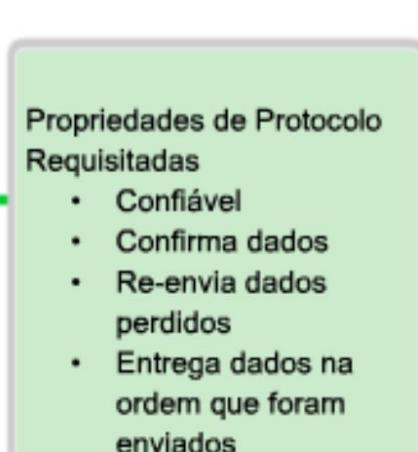
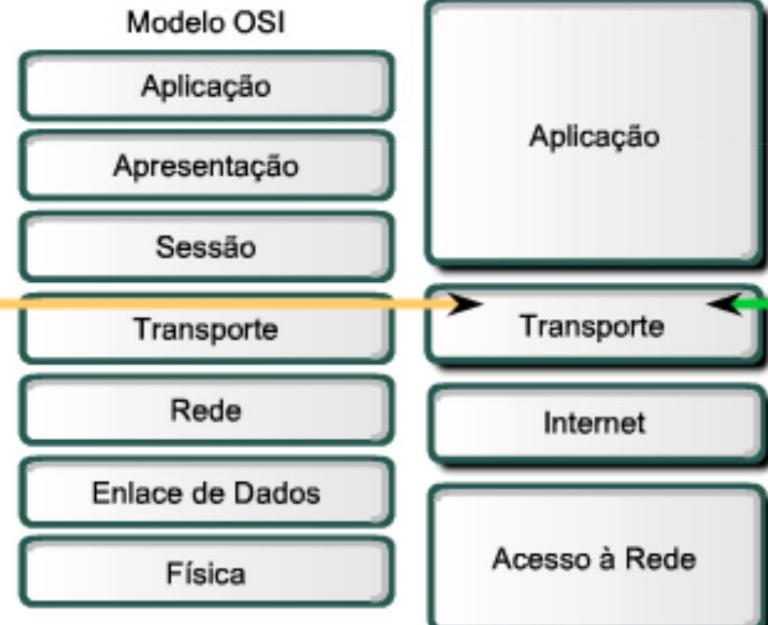
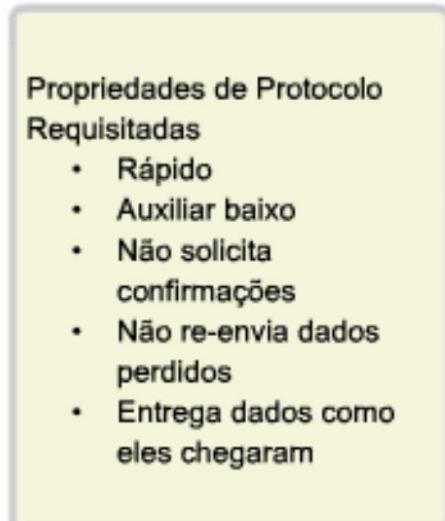


- Telefonia IP
- Vídeo Streaming

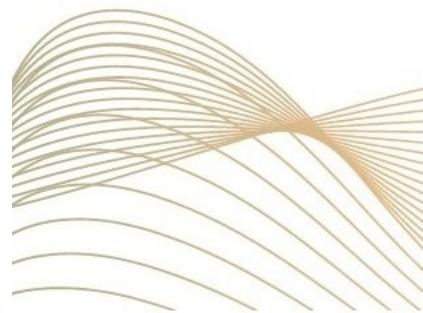


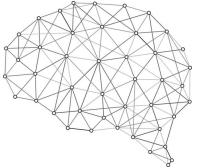
Modelo TCP/IP

- SMTP/POP (E-mail)
- HTTP



Os programadores de Aplicação escolhem o protocolo da Camada de Transporte adequado com base na natureza da aplicação.





IA

# Cabeçalho do TCP e UDP [1]



Segmento TCP

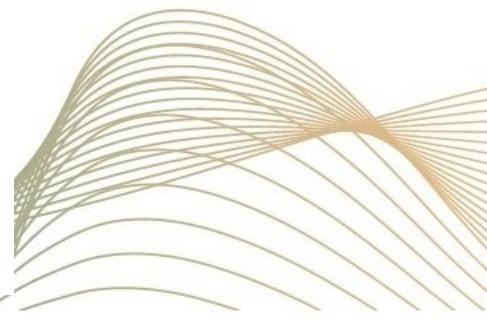
Bit (0)	Bit (15) Bit (16)	Bit (31)
Porta de Origem (16)		Porta de Destino (16)
Número de Seqüência (32)		
Número de Reconhecimento (32)		
Comprimento do Cabeçalho (4) Reservado (6) Bits de Código (6)	Janela (16)	
Checksum (16)	Urgente (16)	
Opções (0 ou 32, se houver)		
DADOS DA CAMADA DE APLICATIVOS (Tamanho varia)		

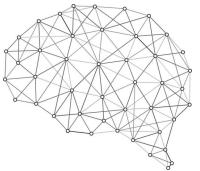
↑  
20 Bytes  
↓

Datagrama UDP

Bit (0)	Bit (15) Bit (16)	Bit (31)
Porta de Origem (16)		Porta de Destino (16)
Comprimento (16)		Checksum (16)
DADOS DA CAMADA DE APLICATIVOS (Tamanho varia)		

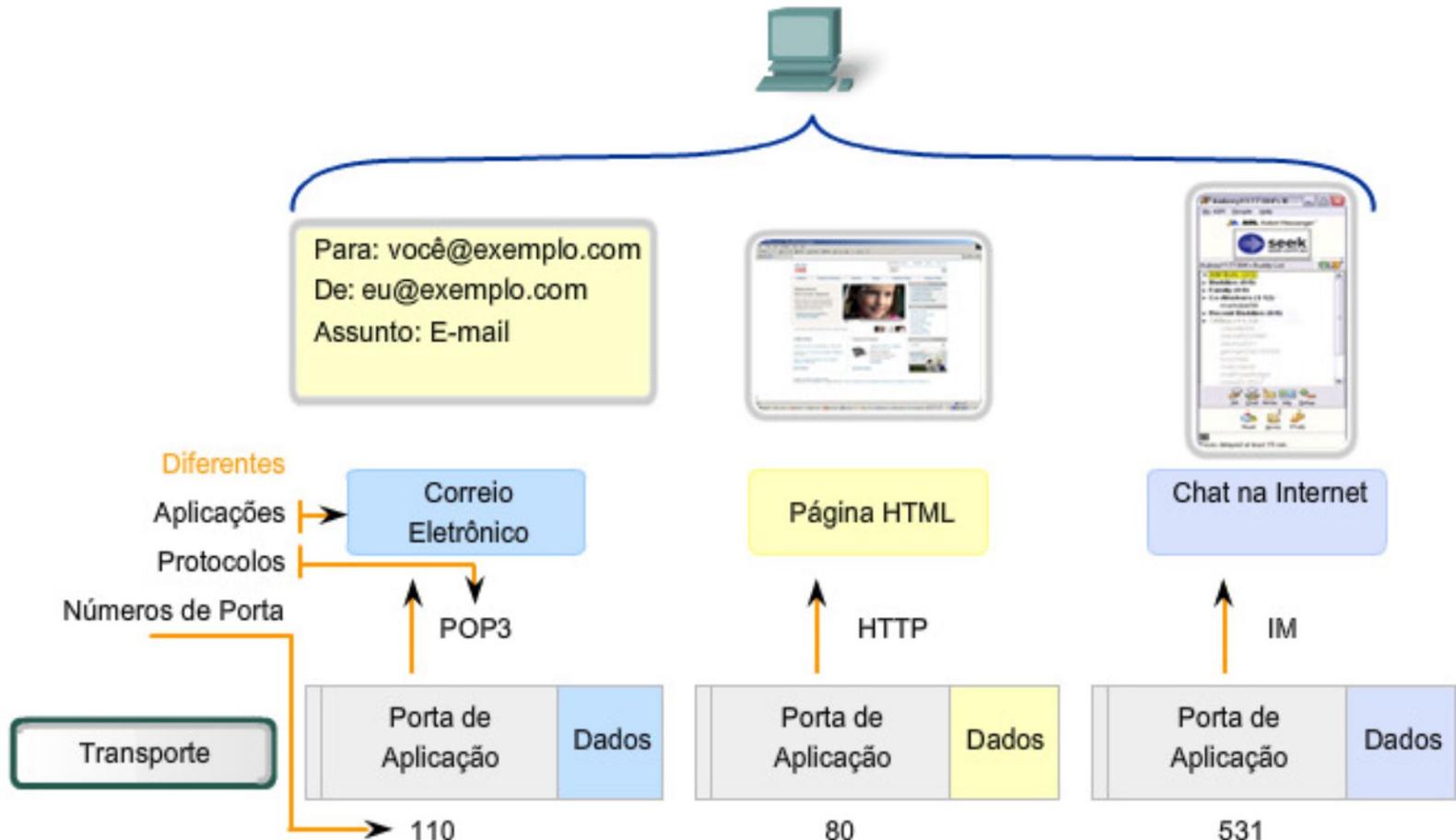
↑  
8 Bytes  
↓



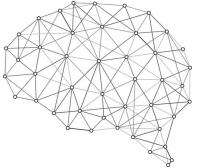


IA

# Números de porta [1]



Dados para diferentes aplicações são direcionados à aplicação correta porque cada aplicação tem um número de porta único.



IA

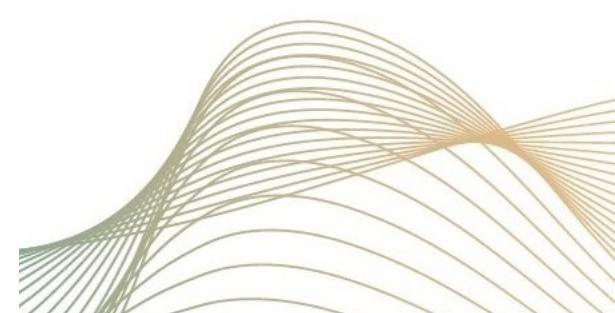
# Números de porta [1]

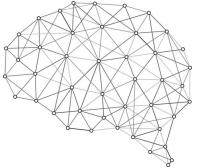
IANA - Internet Assigned Numbers Authority

The range for assigned ports managed by the IANA is 0-1023.

Port Assignments:

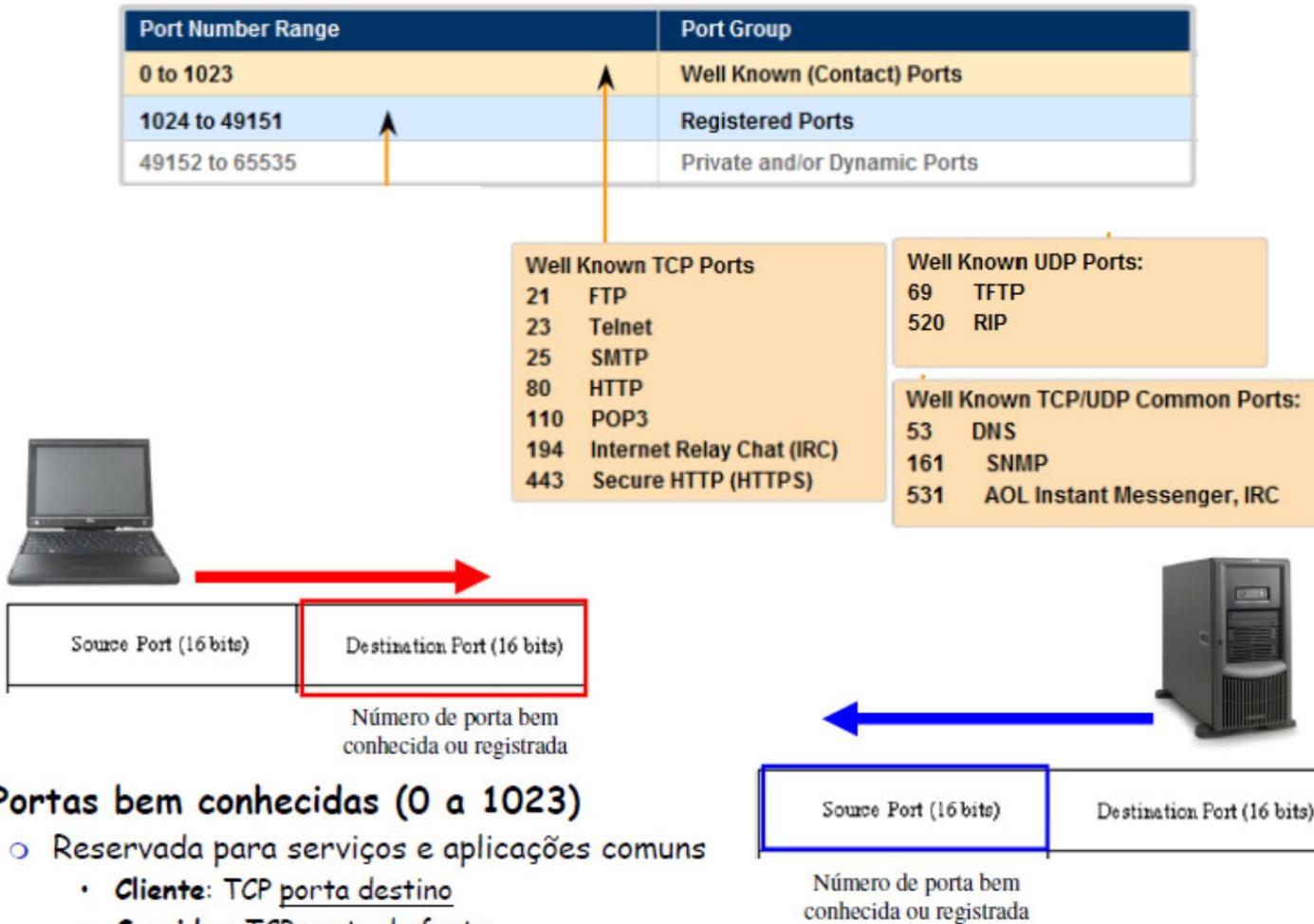
Keyword	Decimal	Description	References
	0/tcp	Reserved	
	0/udp	Reserved	
#			
spr-itunes	0/tcp	Shirt Pocket netTunes	
spl-itunes	0/tcp	Shirt Pocket launchTunes	
#			
tcpmux	1/tcp	TCP Port Service Multiplexer	
tcpmux	1/udp	TCP Port Service Multiplexer	
#			
compressnet	2/tcp	Management Utility	
compressnet	2/udp	Management Utility	
compressnet	3/tcp	Compression Process	
compressnet	3/udp	Compression Process	
#			
#	4/tcp	Unassigned	
#	4/udp	Unassigned	
rje	5/tcp	Remote Job Entry	
rje	5/udp	Remote Job Entry	
#			
#	6/tcp	Unassigned	
#	6/udp	Unassigned	
echo	7/tcp	Echo	
echo	7/udp	Echo	





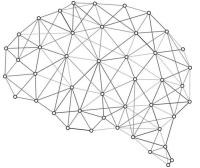
IA

# Números de porta [1]



## Portas bem conhecidas (0 a 1023)

- Reservada para serviços e aplicações comuns
  - Cliente:** TCP porta destino
  - Servidor:** TCP porta da fonte



IA

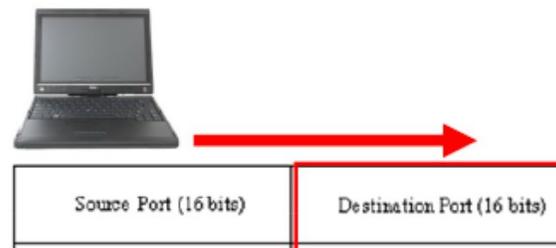
# Números de porta [1]

Port Number Range	Port Group
0 to 1023	Well Known (Contact) Ports
1024 to 49151	Registered Ports
49152 to 65535	Private and/or Dynamic Ports

Registered TCP Ports:  
1863 MSN Messenger  
8008 Alternate HTTP  
8080 Alternate HTTP

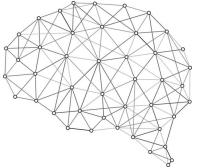
Registered UDP Ports:  
1812 RADIUS Authentication Protocol  
2000 Cisco SCCP (VoIP)  
5004 RTP (Voice and Video Transport Protocol)  
5060 SIP (VoIP)

Registered TCP/UDP Common Ports:  
1433 MS SQL  
2948 WAP (MMS)



## Portas Registradas (1024 a 49151)

- Atribuídas a processos e aplicações de usuário.
- Aplicações não comuns.
  - **Cliente:** TCP destination port
  - **Servidor:** TCP source port
- Pode ser usada como portas dinâmicas ou privadas (próximo).

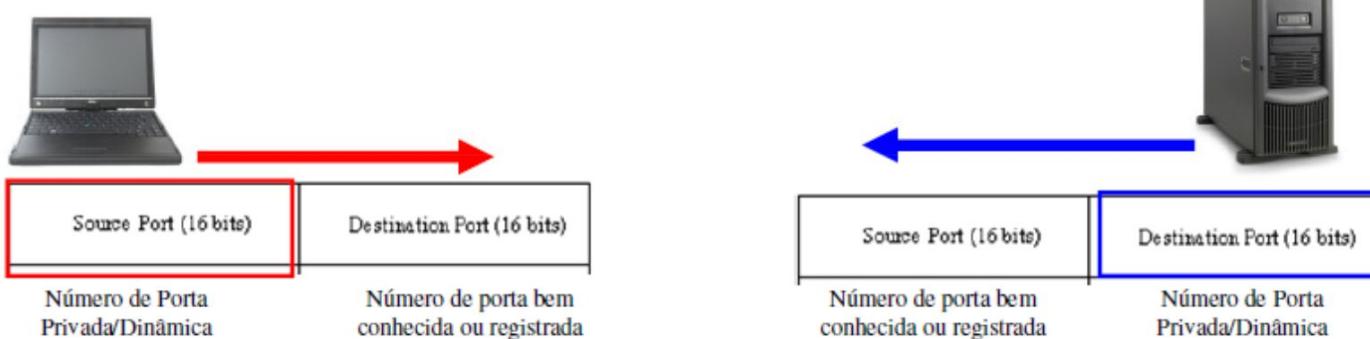


IA

# Números de porta [1]

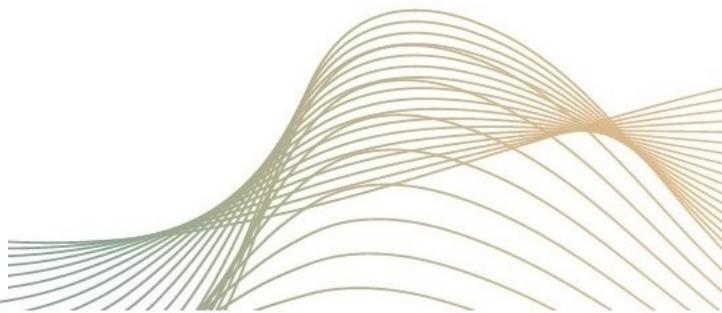
● ●

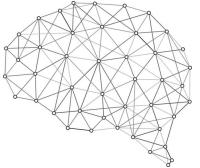
Port Number Range	Port Group
0 to 1023	Well Known (Contact) Ports
1024 to 49151	Registered Ports
49152 to 65535	Private and/or Dynamic Ports



## Portas Privadas ou Dinâmicas(49152 a 65535)

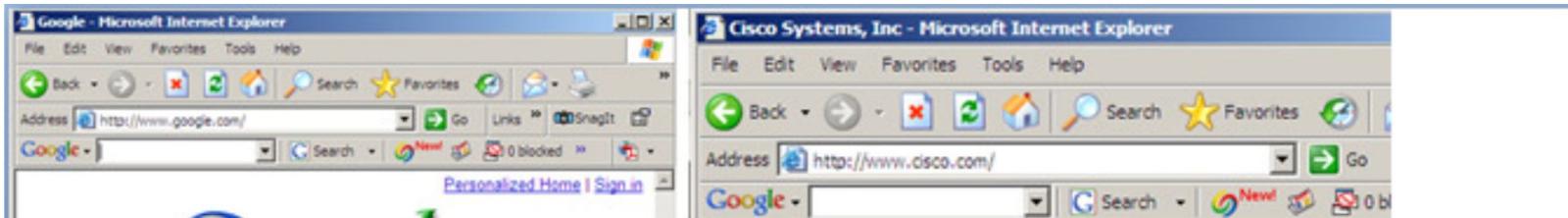
- Também conhecidas como portas efêmeras
- Geralmente atribuídas a aplicações clientes quando iniciam uma conexão
  - **Cliente:** TCP porta fonte
  - **Server:** TCP porta destino
- Podem também incluir a faixa de Portas Registradas (1024 a 49151)





IA

# Netstat [1]

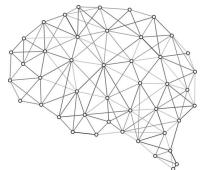


TCP  
or  
UDP

Proto	Local Address	Source IP	Destination IP	Connection State
Active Connections				
TCP	172.17.150.112:1033	172.16.1.44:524		ESTABLISHED
TCP	172.17.150.112:1034	172.16.1.44:524		ESTABLISHED
TCP	172.17.150.112:1042	205.188.9.73:5190		ESTABLISHED
TCP	172.17.150.112:1050	64.12.165.95:5190		ESTABLISHED
TCP	172.17.150.112:1069	207.62.185.140:143		ESTABLISHED
TCP	172.17.150.112:1332	198.133.219.25:80		TIME_WAIT
TCP	172.17.150.112:1333	198.133.219.25:80		ESTABLISHED
TCP	172.17.150.112:1334	198.133.219.25:80		ESTABLISHED
TCP	172.17.150.112:1335	64.154.80.254:80		ESTABLISHED
TCP	172.17.150.112:1336	66.102.7.99:80		ESTABLISHED

[www.google.com](http://www.google.com)[www.cisco.com](http://www.cisco.com)

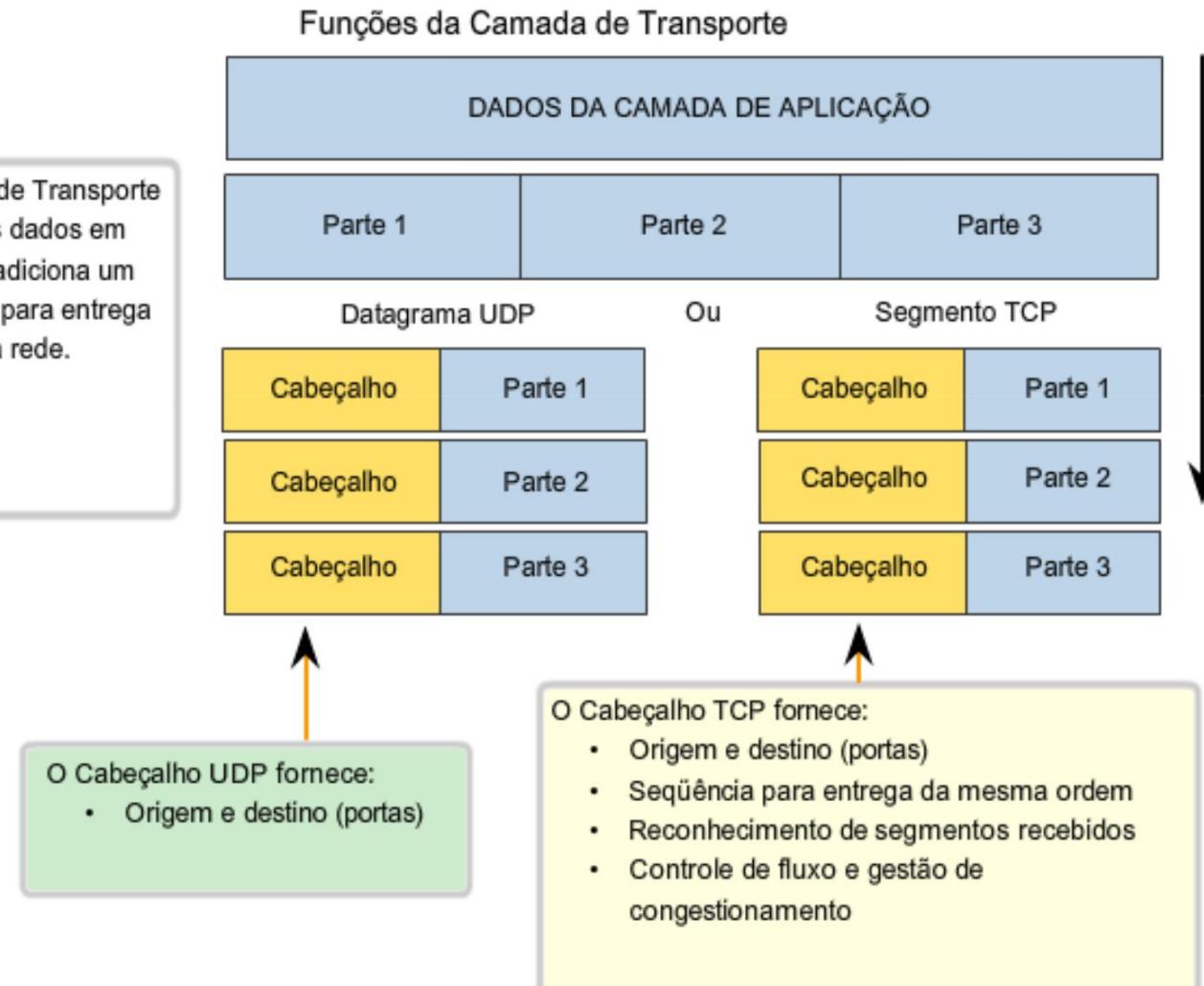
netstat -n



IA

# Segmentação da Camada de Transporte [1]

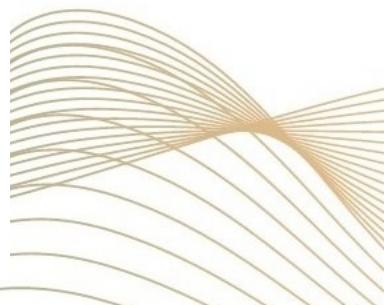
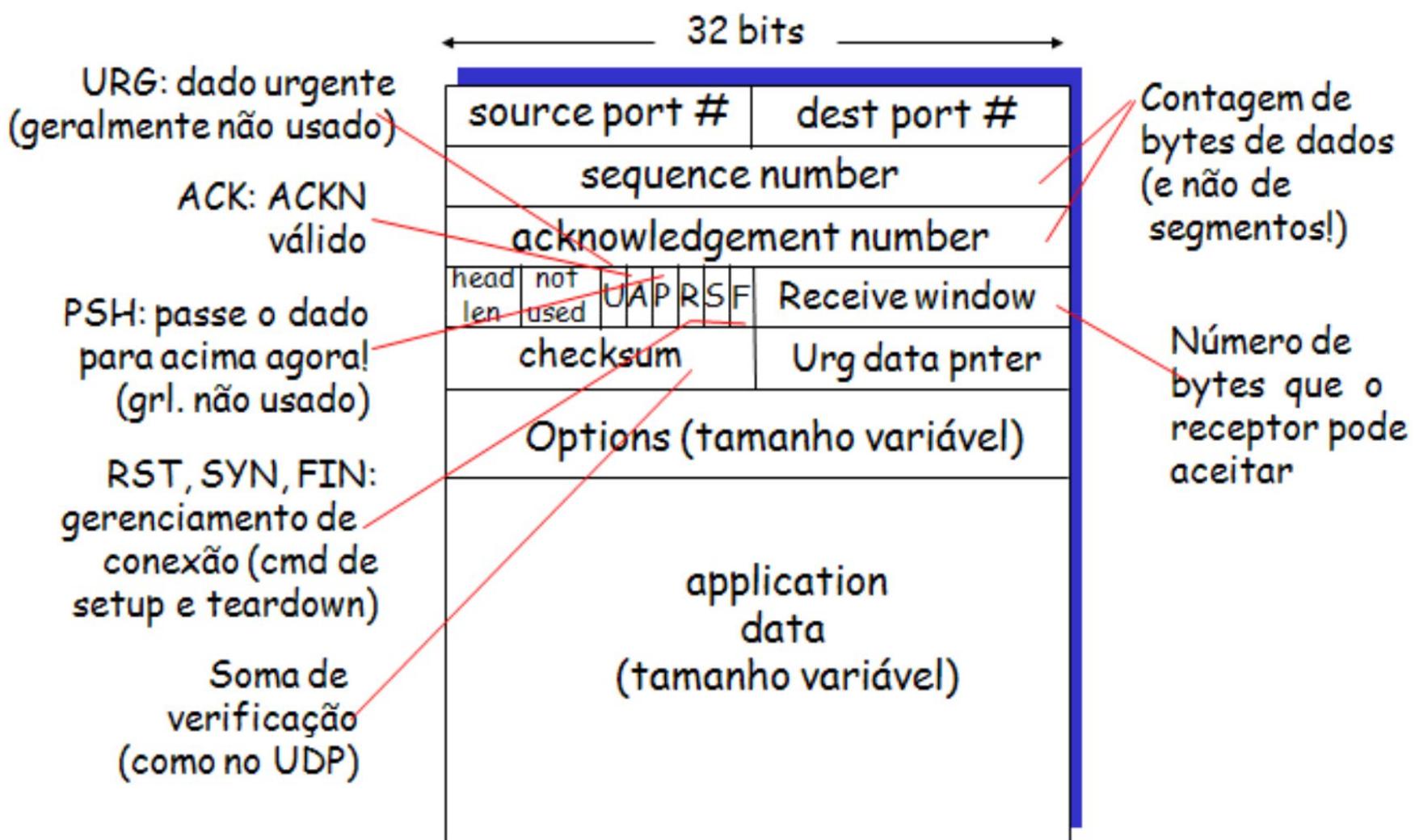
A Camada de Transporte divide os dados em partes e adiciona um cabeçalho para entrega pela rede.

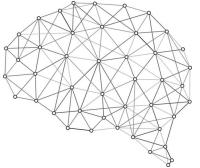




IA

# TCP - Transmission Transfer Protocol [2]





IA

# TCP: Número de sequência e reconhecimento (ACK) [2]

## Número de Sequência

- indica o primeiro byte do fluxo de bytes transmitidos no segmento

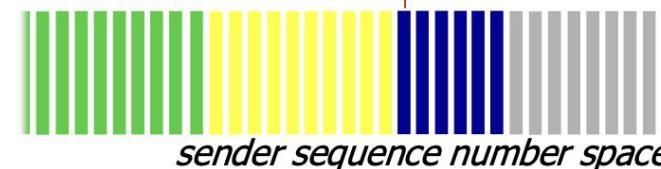
## Reconhecimento (acknowledgement)

- número que indica o próximo byte esperado pelo receptor dos dados
- ACK cumulativo

outgoing segment from sender

source port #	dest port #
sequence number	
acknowledgement number	
	rwnd
checksum	urg pointer

window size  
 $N$



sent  
ACKed

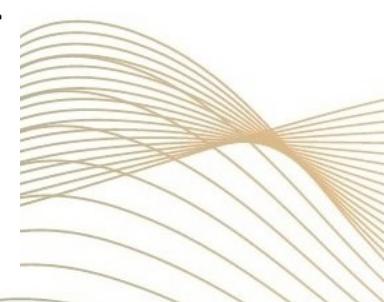
sent,  
not-  
yet ACKed  
("in-  
flight")

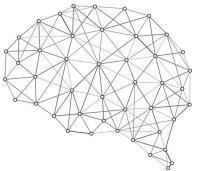
usable  
but not  
yet sent

not  
usable

incoming segment to sender

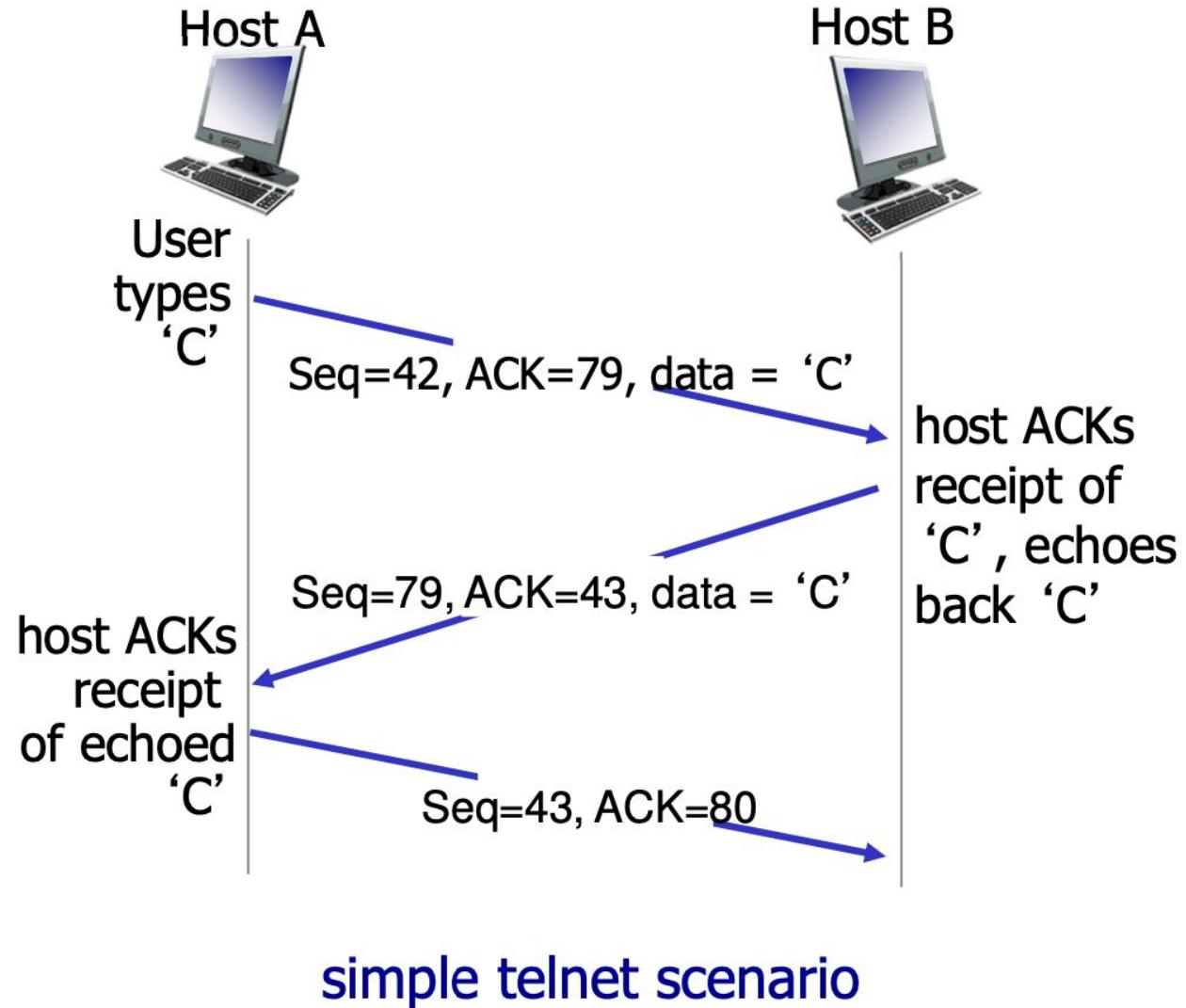
source port #	dest port #
sequence number	
acknowledgement number	
	rwnd
checksum	urg pointer

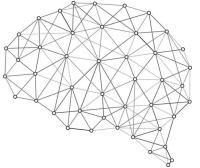




IA

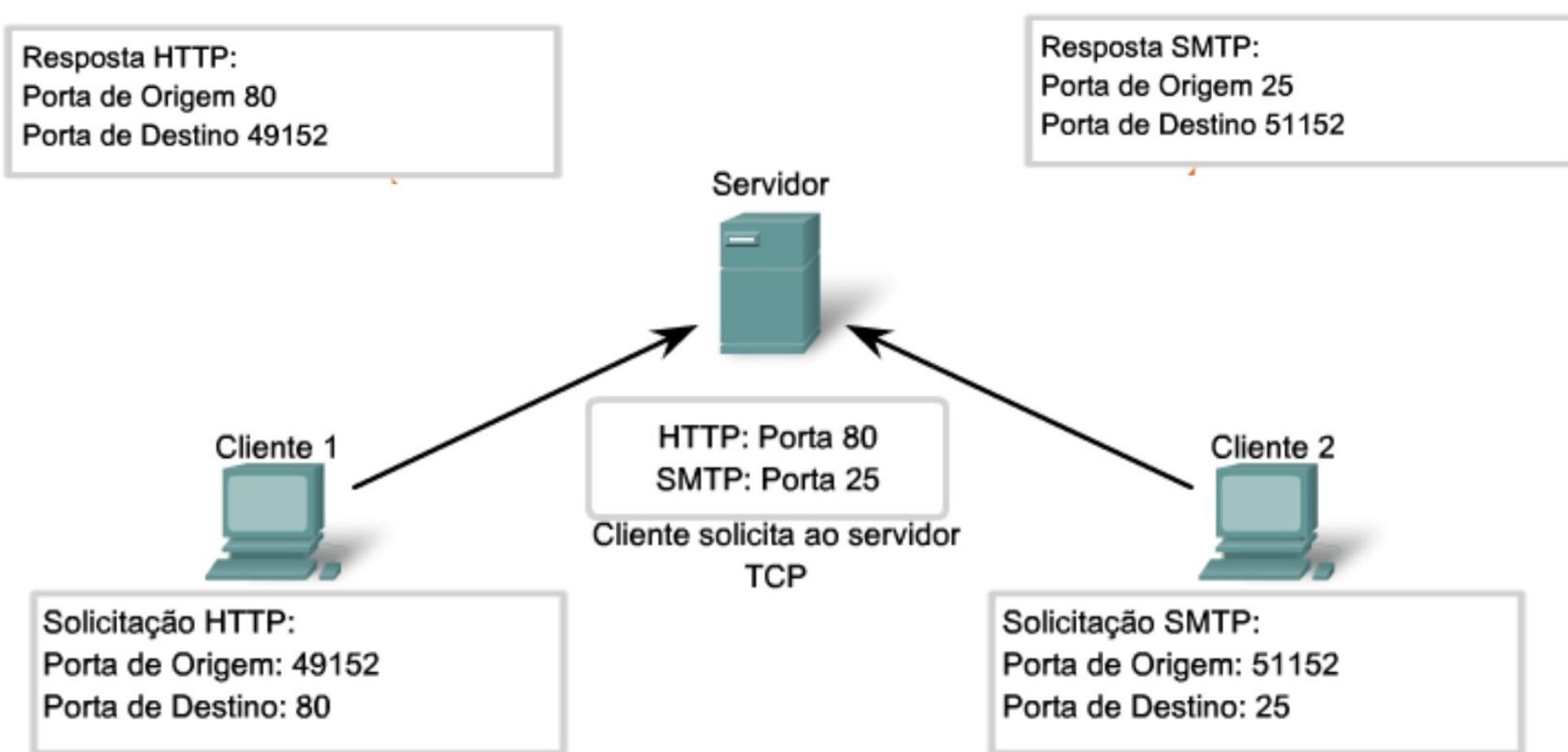
# Telnet: número de sequência e ACKs [2]





IA

# TCP - Solicitação e respostas [1]

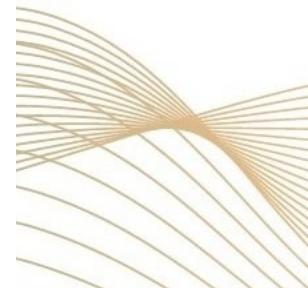
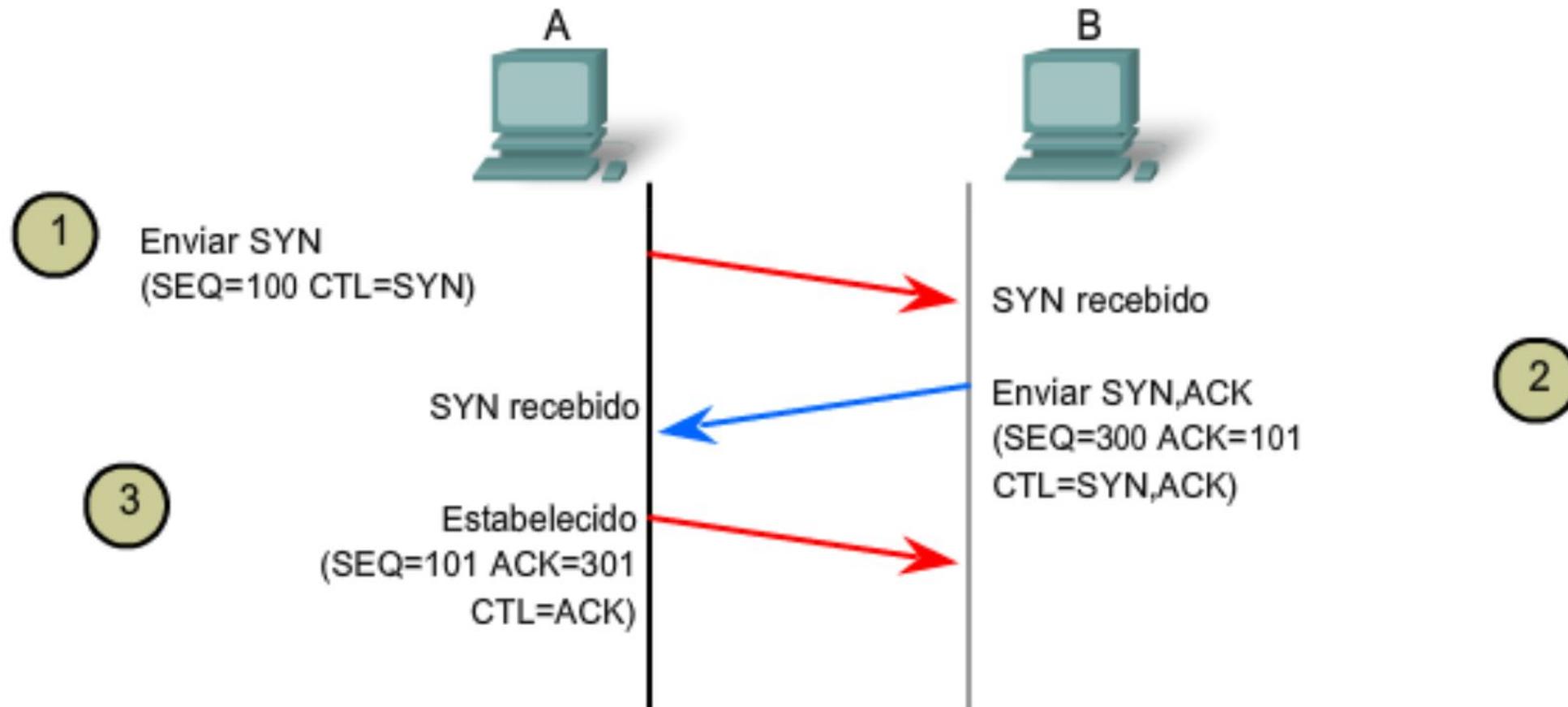


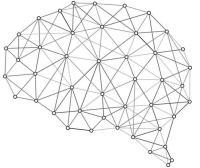


IA

# TCP - Estabelecimento de Conexão

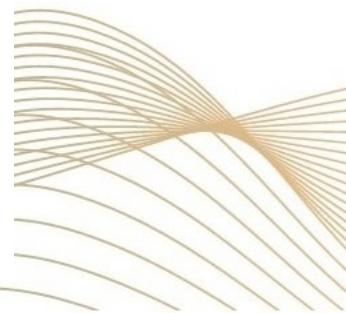
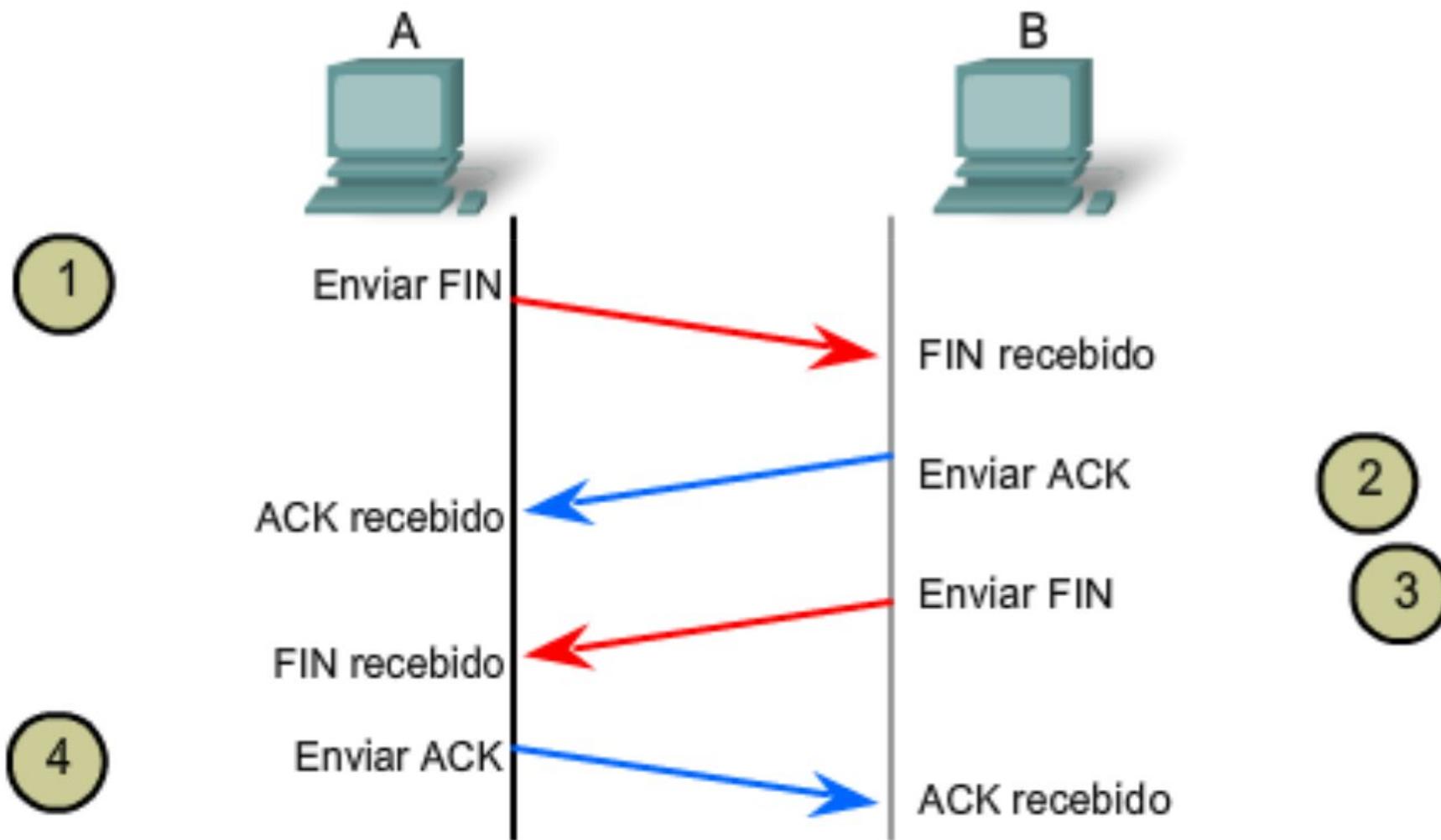
## 3-Way Handshake

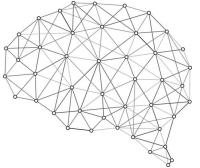




IA

# TCP: Finalização de Conexões [2]

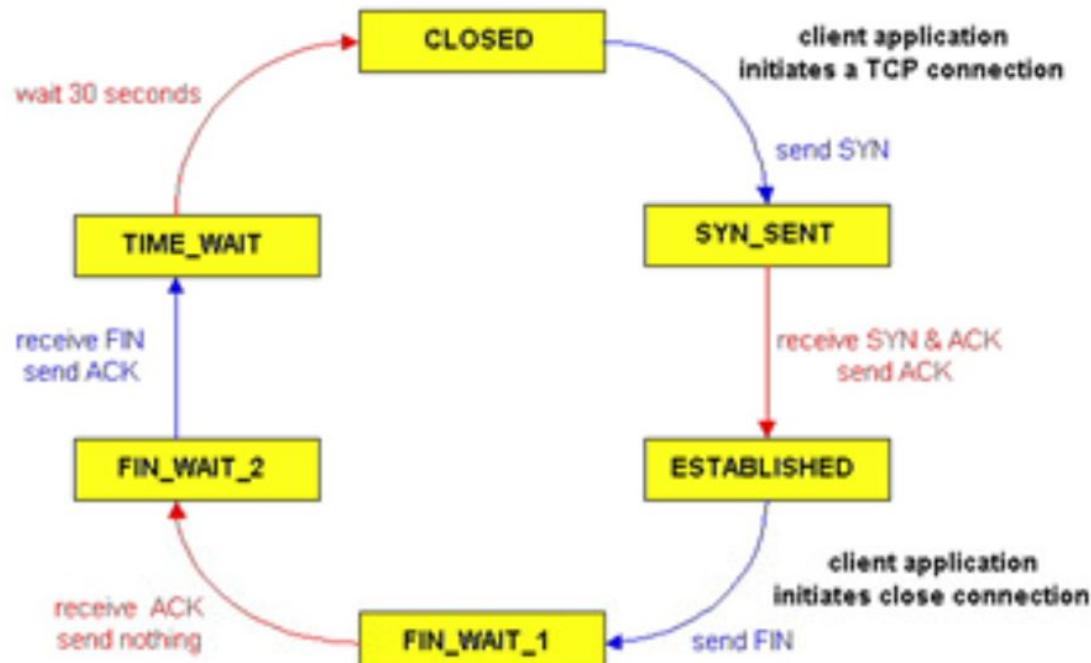




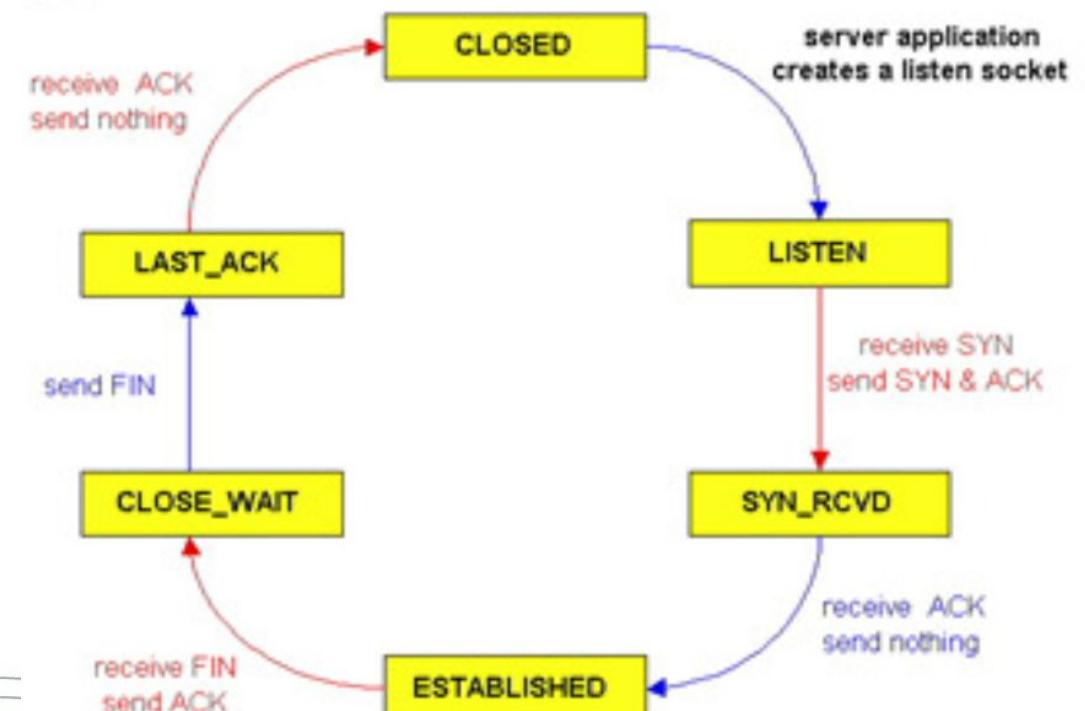
IA

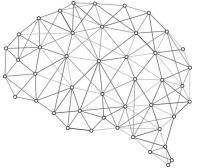
# TCP: Gerenciamento de conexões

## Estados da conexão do servidor



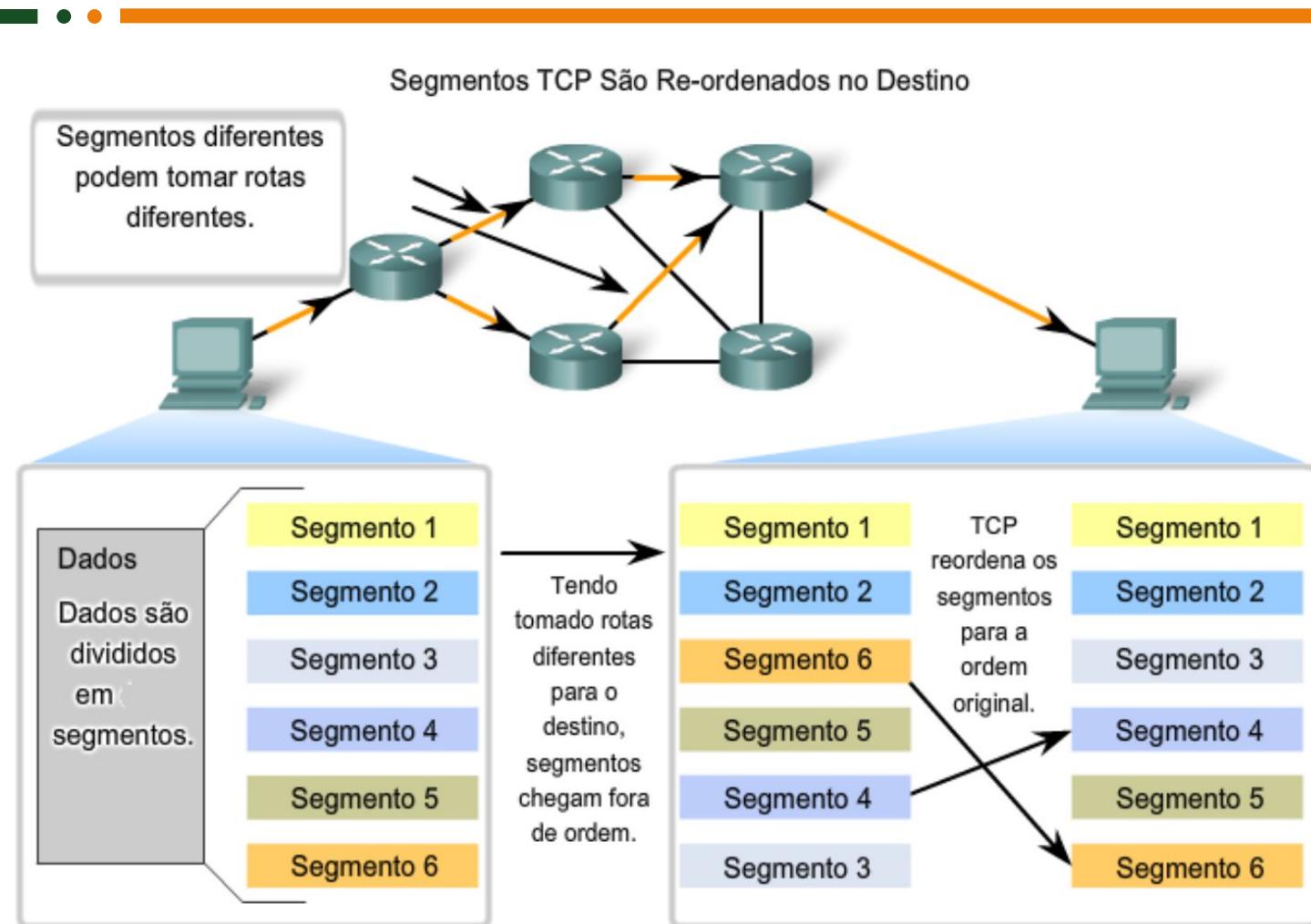
## Estados da conexão do cliente



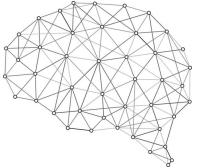


IA

# TCP - Ordenação de dados [2]



Ordenação feita pelo número de sequência dos segmentos recebidos

**IA**

# Transferência confiável do TCP [2]

## TCP cria um serviço confiável acima do IP

- fluxo de segmentos
- ACKs cumulativo
- único timer de retransmissão

## Dados enviados pela aplicação

- cria segmento com número de sequência
- inicia o timer se ele não estiver rodando
  - intervalo de expiração: TimeOutInterval

## retransmissões disparadas por:

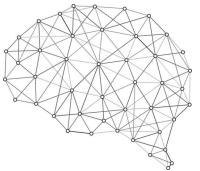
- eventos de timeout
- ACKs duplicados

## Timeout

- retransmite o segmento que causou o timeout
- reinicia o timer

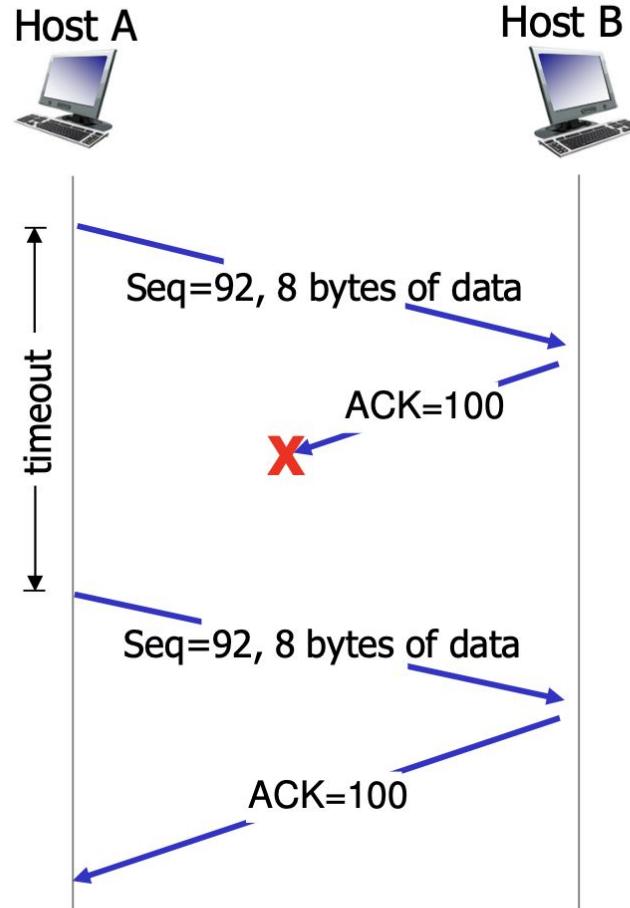
## ACK recebido

- reconhece dados enviados previamente sem ACK
  - atualiza o que é para ser reconhecido
  - iniciar o timer se existir segmentos sem reconhecimento

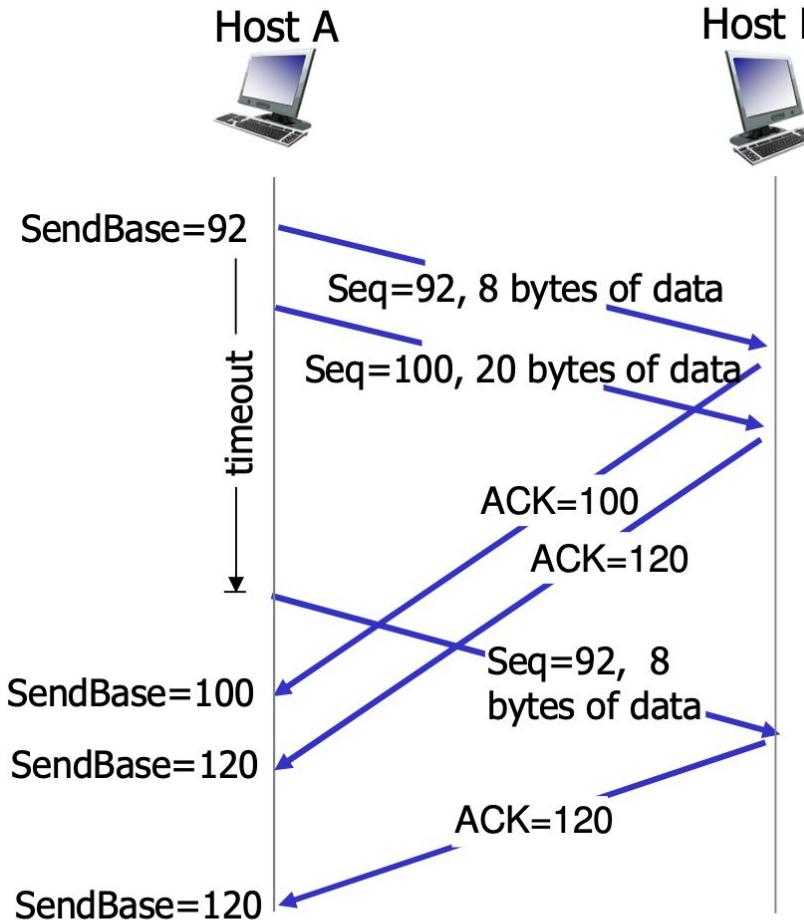


IA

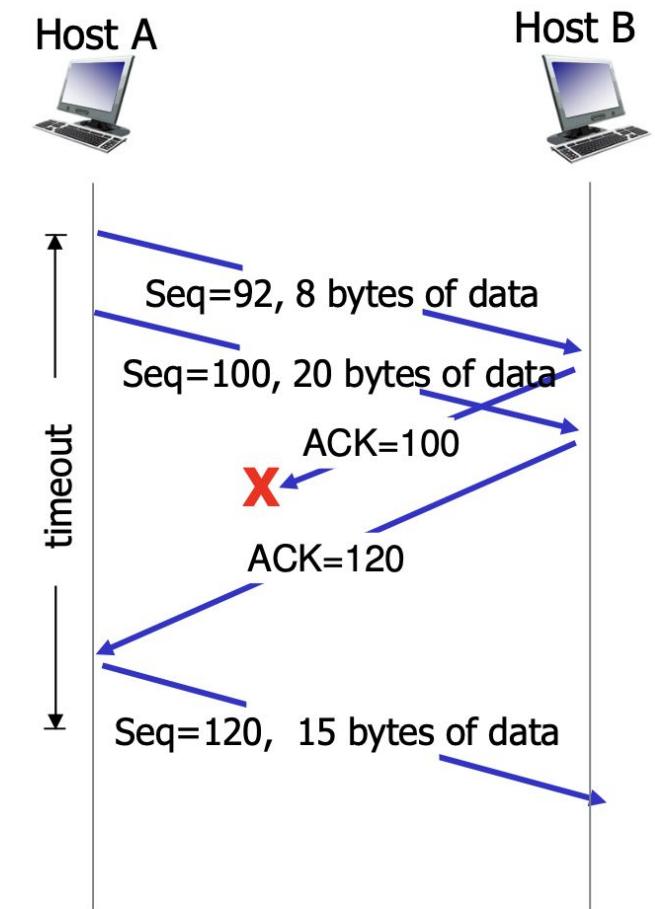
# TCP - Cenários de retransmissão [2]



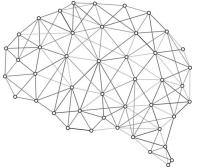
Cenário do ack perdido



timeout prematuro



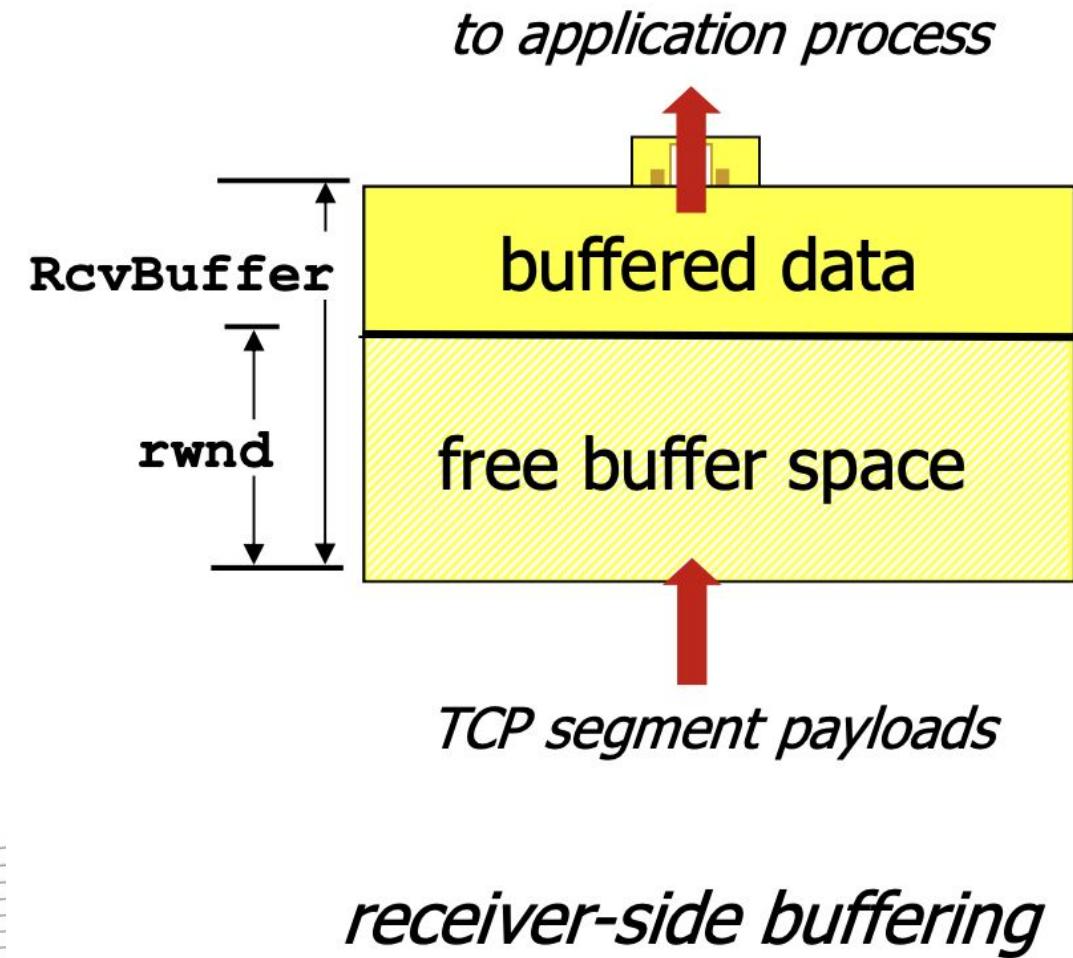
ACK cumulativo



IA

## TCP - Controle de fluxo [2]

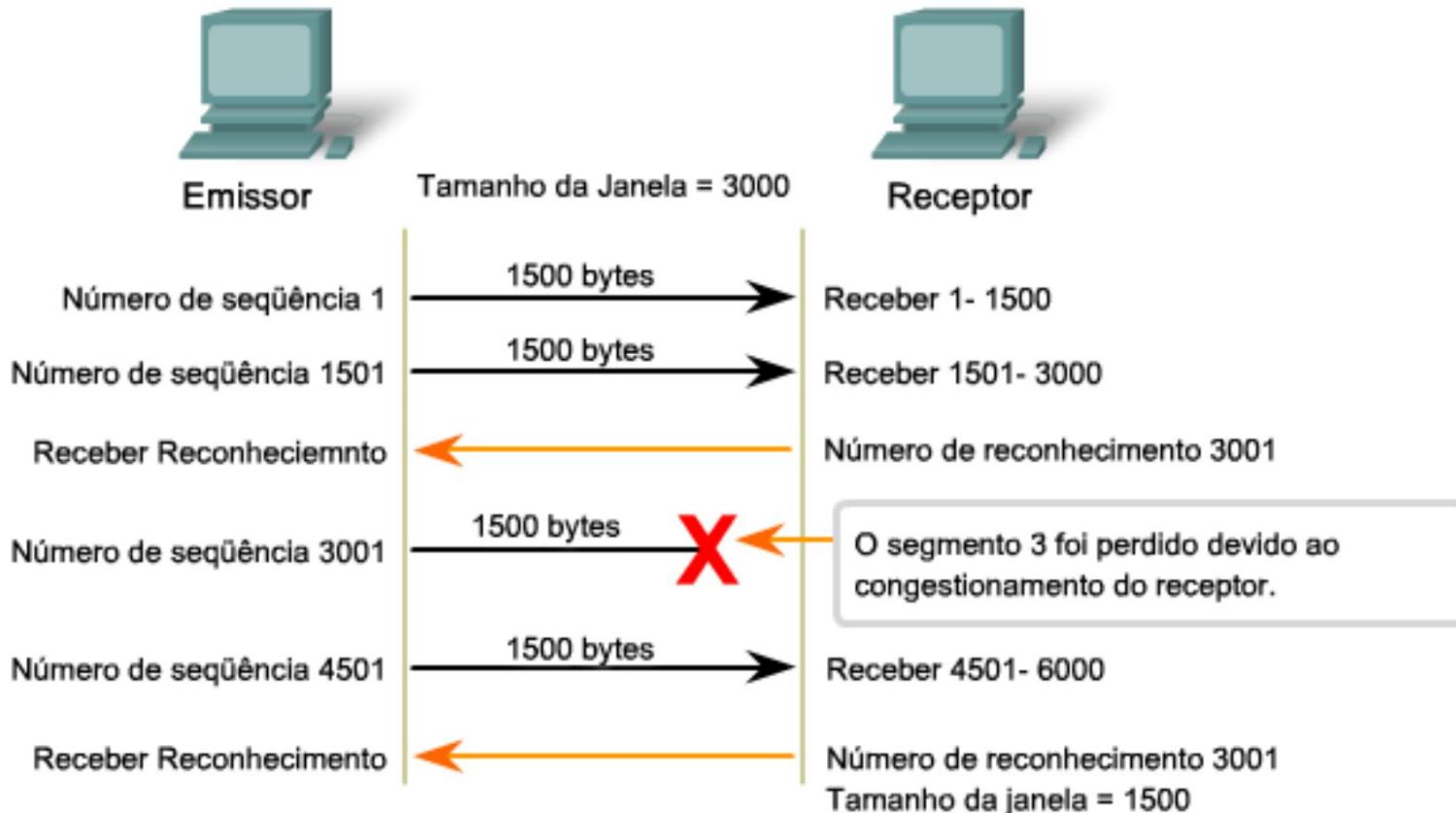
- o receptor "avisa" sobre o espaço vazio no buffer pelo valor de **rwnd** (receive window) no cabeçalho desegmentos enviados para o emissor
  - **RcvBuffer**: tamanho configurado nas opções de socket (default: 4096 bytes)
  - muitos sistemas operacionais auto-ajustam **RcvBuffer**
- o emissor limita a quantidade de dados sem reconhecimento para o valor da **rwnd** do receptor
- garante que o buffer do receptor não vai estourar



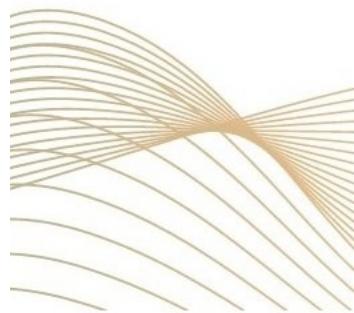


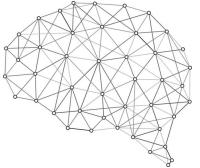
IA

# TCP: Controle de congestionamento [1]



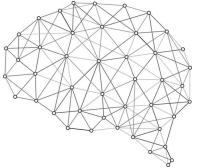
Se os segmentos forem perdidos devido ao congestionamento, o Receptor reconhecerá o último segmento recebido em sequência e responderá com um tamanho de janela reduzido.



**IA**

## UDP - User Datagram Protocol [2]

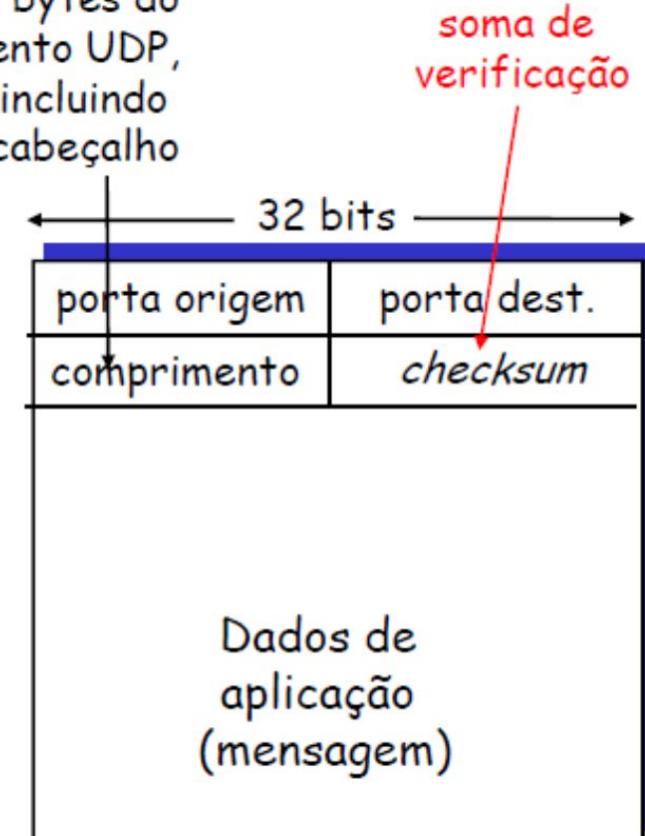
- serviço do melhor esforço, datagramas podem ser:
  - perdidos
  - entregues na ordem errada
- sem conexão
  - não há "setup" entre emissor e receptor
  - cada datagrama é tratado de maneira independente
- elimina o estabelecimento da conexão (o que pode causar atraso)
- simples: não mantém o estado da conexão nem no emissor, nem no receptor
- não há controle de congestionamento: UDP pode transmitir tão rápido quanto desejado (e possível)

**IA**

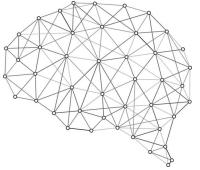
## UDP: Características [2]

- muito utilizado pelas aplicações de fluxo contínuo (voz e vídeo)
  - Tolerantes à perda
  - sensíveis à taxa de transmissão/atrasos
- Outros usos do UDP
  - DNS
  - SNMP
- transferência confiável: acrescentar na camada de aplicação
  - recuperação de erro

Comprimento em bytes do segmento UDP, incluindo cabeçalho



Formato do segmento UDP



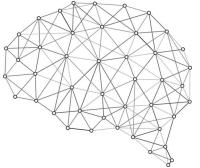
Objetivo: detectar erros (ex. bits trocados) no segmento transmitido

## Emissor

- trata o conteúdo do datagrama como várias sequências de 16 bits
- campo checksum zerado
- checksum: soma (adição usando complemento 1) do conteúdo do segmento
- emissor coloca o valor da soma no campo checksum

## Receptor

- Calcula o checksum de todo o segmento incluindo o próprio campo de checksum
- verifica se o checksum calculado possui zero
- sim: erro detectado
- não: sem erro. Mas ainda pode ter erros? Veja depois...

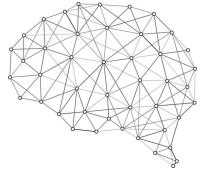


IA

## Checksum: exemplo [2]

- note que:
  - ao adicionar números, o transbordo (vai-um) do bit mais significativo deve ser adicionado ao resultado
  - exemplo: adição de dois inteiros de 16 bits

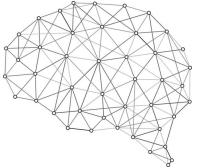
	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
<hr/>																
transbordo	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1
soma	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
soma de verificação	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	



IA

## Atv 08 - Laboratório: usando o netstat

- Nesta atividade, você deve **seguir as instruções do arquivo anexo da Atv 08 do classroom** e responder ao que se pede sobre o comando **netstat**.
- Ao final, você deve **enviar o relatório respondido na Atv 08 do classroom**.



IA

## Referências Bibliográficas

- [1] Cisco NetAcad. Introdução às redes. 2018.
- [2] J. Kurose, K. Ross. Redes de Computadores e a Internet - Uma abordagem top-down. 8<sup>a</sup> ed. Pearson. 2020.

# Dúvidas?

Módulo de Internet das Coisas



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

 Instituto Iracema  
PESQUISA E INOVAÇÃO

 MCTI  
FUTURO

 Softex

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÃO

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO